

І.А. КУЩ, аспірант, КрНУ ім. М. Остроградського, Кременчук
А.В. НЕКРАСОВ, канд. техн. наук, доц., вчений секр. спец. вченої ради Д 45.052.01, КрНУ ім. М. Остроградського, Кременчук
В.С. ДЗЮБАН, д-р техн. наук, проф., КрНУ ім. М. Остроградського, Кременчук
В.В. АРТАМОНОВ, д-р техн. наук, проф., КрНУ ім. М. Остроградського, Кременчук

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПОШКОДЖЕНИМ ОСЕРДЯМ ЯКОРЯ В СКЛАДІ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Обґрунтовано необхідність врахування пошкоджень магнітопроводу двигунів постійного струму. Проведено аналіз електромагнітних процесів та полів на основі МСЕ в активній частині ДПС, який має пошкоджений ротор.

Ключові слова: пошкодження магнітопроводу, картина магнітного поля, тривала експлуатація

Вступ. Ремонт та тривала експлуатація електричних машин (ЕМ) обумовлюють зміну їх основних характеристик. Зміна характеру та величини навантаження на електропривод, в складі якого працює ЕМ з пошкодженим магнітопроводом, що пов'язано з особливостями технологічного процесу, обумовлює необхідність розрахунку поточних параметрів електричних машин.

Мета, завдання досліджень. Розрахунок параметрів двигуна постійного струму (ДПС) з наявними пошкодженими частинами осердя на основі аналізу електромагнітного поля в активній частині. Визначення ступеня зміни основних характеристик внаслідок виникнення пошкоджень пакету якоря.

Моделювання пошкоджень пакету якоря ДПС. При закорочуванні листів електротехнічної сталі на якорі машини постійного струму утворюються контури, в яких протікають вихрові струми [3]. Розрахунок нестационарних електромагнітних полів методом скінченних елементів (МСЕ) дає змогу визначити вихідні динамічні характеристики двигуна з урахуванням пошкоджень, який реалізується наступним виразом [1, 2]:

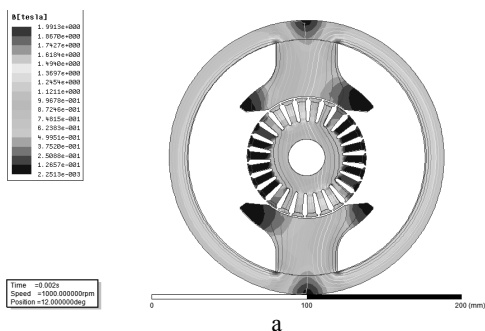
$$\nabla \times \nu \nabla \times A = J - \sigma \frac{\partial A}{\partial t} - \sigma \nabla V + \nabla \times H_c + \sigma \nu \times \nabla \times A \quad (1)$$

де ν – магнітна проникність, A – векторний магнітний потенціал, J – щільність струму із зовнішнього джерела σ – електрична провідність досліджуваної області, V – електричний потенціал, H_c – коерцитивна сила постійних магнітів, v – швидкість рухомих частин.

У випадку наявності пошкоджень якоря або статора у вигляді закорочення шихтованих осердь зростає величина вихрових струмів в закорочених ділянках, що, в свою чергу, призводить до появи додаткового опору на шляху проникнення основного магнітного потоку. Це явище призводить до збільшення втрат та перерозподілу щільності магнітного потоку в зоні пошкодження осердя. Зменшення магнітної індукції внаслідок збільшення контуру вихрових струмів впливає на зміну кривих намагнічування $B=f(H)$ в сторону їхнього загального зниження [4].

За допомогою експериментального визначення технічних залежностей між магнітною індукцією та напруженістю магнітного поля отримати вихідні розрахункові дані для подальшого аналізу машини із пошкодженими областями.

Промодельовавши електромагнітні процеси методом скінченних елементів отримано картини магнітного поля ДПС без пошкоджень рис. 1,а. Після зміни параметрів закорочених областей було отримано розподіл магнітних параметрів для двигуна з пошкодженими зубцями на якорі рис. 1,б та рис. 2. В результаті аналізу яких можна зробити розрахунок параметрів електроприводу в структурі якого наявний двигун з пошкодженням якорем. Таке пошкодження виникає в процесі тривалої експлуатації, через зношування підшипників та виникнення ексцентриситету якоря, або в результаті проведення ремонту з недотриманням технології ремонту.



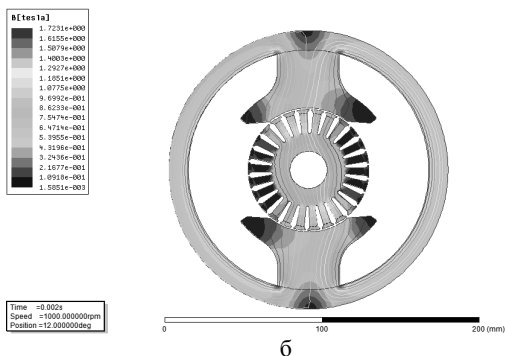


Рис. 1 – Розподіл магнітної індукції та силових ліній в перерізі двигуна постійного струму при номінальному режимі роботи: а – без пошкоджень; б – з пошкодженням якорем.

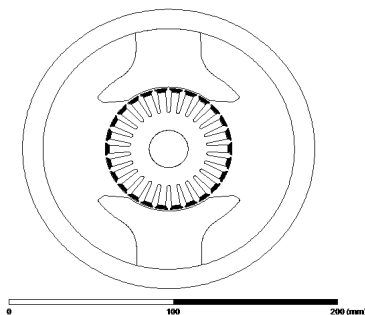


Рис. 2 – Геометрія досліджуваного двигуна з закороченими зубцями якоря.

Сучасні програмні пакети, в яких реалізовано МСЕ дозволяють отримувати достатню кількість параметрів та проводити їхній аналіз зі зміною в часі, що дало можливість отримати криві електромагнітних моментів машини з пошкодженнями якоря та без них рис. 3.

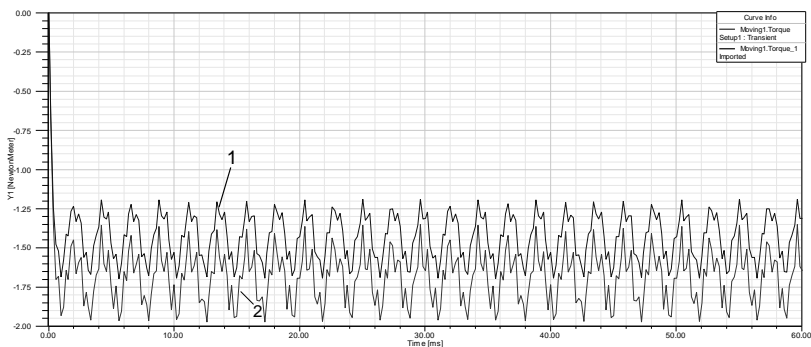


Рис. 3 – Криві коливань електромагнітного моменту
(1 – з наявними пошкодженнями якоря, 2 – без пошкоджень).

Аналіз останнього графіку дає можливість оцінити кількісні показники зміни електромагнітного моменту у випадку закорочення поверхні зубців якоря ДПС, різниця середньоквадратичних значень електромагнітного моментів складає 10-15 %.

Висновки. Проведено аналіз електромагнітних процесів та полів в двигуні постійного струму з наявними пошкодженнями якоря та без них на основі МСЕ. Доведено необхідність врахування зміни параметрів ДПС з наявними пошкодженнями осердя якоря.

Список літератури: 1. Ansoft Maxwell v15 Online Help – р.1484. – режим доступу: <http://www.ansys.com> 2. Шмелев В.Е. Пространственно-фазовое моделирование электромеханического преобразования энергии аппаратах и машинах вращательного движения – Владимир: Издательство Владимирского государственного университета, 2010. – 170 с. 3. Васьковський Ю.М. Польовий аналіз електричних машин – Київ: НТУУ "КПІ", 2007. – 190 с. 4. Прус В.В. Старение электрических машин в ходе продолжительной эксплуатации и ремонта // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук, КДПУ, 2007. – Вип. 4/2009 (57), Ч. 1. – С. 74-77.

Надійшла до редколегії 19.09.2013



Куш Ігор Анатолійович, аспірант кафедри електричних машин та апаратів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Наукові інтереси пов'язані з дослідженням електромагнітних процесів та полів електричних машин з дефектами магнітопроводу.



Некрасов Андрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електричних машин та апаратів, вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д 45.052.01 Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Наукові інтереси пов'язані з дослідженням роботи асинхронних двигунів, які живляться від індуктивно-ємнісного перетворювача; сепарація наночастинок магнітним високо градієнтним сепаратором.



Дзюбан Віталій Серафимович, доктор технічних наук, професор кафедри електроспоживання та енергетичного менеджменту Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Наукові інтереси пов'язані з дослідженням параметрів та розробкою нових конструкцій низьковольтних електричних апаратів.



Артамонов Володимир Володимирович, професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Наукові інтереси пов'язані з дослідженням фізичних процесів у рідинах трубопроводів та способами, засобами очистки стічних вод, способи охолодження електричних машин великої потужності.

УДК 621.313.175

Визначення параметрів двигуна постійного струму з пошкодженням осердя якоря в складі електроприводу / Куш І.А., Некрасов А.В., Дзюбан В.С., Артамонов В.В. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ "ХПІ", 2013. – № 51 (1024). – С. 54-58. Бібліогр.: 4 назв.

Обоснована необходимость учета поврежденных магнитопровода двигателей постоянного тока. Проведен анализ электромагнитных процессов и полей на основе МКЭ в активной части ДПС, который имеет поврежденный ротор.

Ключевые слова: повреждение магнитопровода, распределение магнитного поля, длительная эксплуатация.

The necessity of taking into account damage for the magnetic core of DC motors is shown. The analysis of electromagnetic processes and fields based on the finite element method in the active part of the DCM with a damaged rotor is carried out.

Keywords: magnetic core damage, the magnetic field distribution, continuous exploitation.